Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 12, No. 1, 2021, p. 156-170 (Research Article)
DOI: 10.22067/ijpr.v12i1.83229

پژوهش‌های حبوبات ایران
سال(دوره) ۱۲ شمارۀ۱، نیمۀ اوّل ۱۴۰۰
صفحۀ ۱۷۰-۱۵۶، نوع مقاله: پژوهشی

تأثیر فواصل مختلف آبیاری بر برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیک اکوتیپ‌های مختلف گوار (*Cyamopsis tetragonaloba*)

منیره دادگر[۱]، سمیه رستگار[۲]* و حسین پیری[۳]

۱. دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد باغبانی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس؛ monireh.dadgar.2017@gmail.com
۲. دانشیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس
۳. استادیار گروه باغبانی، دانشگاه ولایت، ایرانشهر؛ hsalar1970@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۷/۰۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۱۷

چکیده

آزمایشی به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی، در سال‌های ۹۷-۱۳۹۶ در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان ایرانشهر اجرا شد. در این آزمایش سه سطح آبیاری با فواصل ۵، ۷ و ۹روزه به‌عنوان فاکتور اصلی و اکوتیپ‌های مختلف گوار (سرباز، سراوان، ایرانشهر،RGC1033، هندی،گرمبیت) به‌عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. کاشت بذر گوار در اسفندماه انجام شد و پس از استقرار گیاه در مرحله پنج‌برگی آبیاری با دورهای مختلف آغاز و تا مرحله برداشت بذرها ادامه یافت. با افزایش فاصله آبیاری ارتفاع گیاه اکوتیپ سرباز و سراوان به طور معنی‌داری کاهش یافت، اما تأثیری بر سایر اکوتیپ‌ها نداشت. طول ریشه اکوتیپ هندی با افزایش فاصله آبیاری به طور معنی‌داری کاهش یافت، درحالی‌که در اکوتیپ اصلاح‌شده RGC1033 و اکوتیپ‌های ایرانشهر و سرباز با افزایش فواصل آبیاری طول ریشه افزایش یافت. افزایش دور آبیاری باعث کاهش معنی‌دار حداکثر کارآیی کوانتومی فتوسیستم II (F_v/F_m) در اکوتیپ‌های سرباز، گرمبیت و ایرانشهر شد. با افزایش دور آبیاری شاخص برداشت کاهش یافت، به طوری‌که بیشترین میانگین شاخص برداشت در دور آبیاری پنج روز به‌دست آمد. بیشترین میانگین عملکرد بیولوژیک در دور آبیاری هفت روز و اکوتیپ سراوان مشاهده شد. با توجه به صفات مختلف بررسی‌شده، اکوتیپ اصلاحی RGC1033 و اکوتیپ سراوان در بیشتر صفات مورد بررسی دارای بیشترین میانگین بودند. با توجه به نتایج به دست آمده دور آبیاری هفت روز مناسب‌ترین دور آبیاری جهت کشت گوار در مناطق جنوبی کشور پیشنهاد می شود.

واژه‌های کلیدی: تنش، خصوصیات رویشی، فواصل آبیاری، گوار

مقدمه

گوار با نام انگلیسی Cluster bean و نام علمی *Cyamopsis tetragonaloba* گیاهی یک‌ساله از خانواده بقولات (Fabaceae) است. گیاه دارای چرخه عمر کوتاه سه تا چهار ماه است و می‌تواند دوره‌های خشکسالی و شوری را تحمل و در آن به خوبی رشد کند. تولیدکنندگان اصلی این گیاه در جهان هند، پاکستان، آمریکا، استرالیا و تعدادی از کشورهای آفریقایی می‌باشند. تقاضای جهانی گوار در سال‌های اخیر افزایش چشمگیری یافته که موجبات معرفی این گیاه را در کشورهای دیگر فراهم ساخته است (Sij *et al*., 2000). گوار به‌عنوان یک محصول خوراکی برای مصرف انسان و احشام در پاکستان کشت می‌شود (Rahman & Shafivar, 1967). به دلیل ویژگی‌های تغذیه‌ای، غلاف گوار می‌تواند جایگزین گوشت شود (حدود ۷۰ درصد اسیدآمینه ضروری که می‌تواند درگوشت یافت شود). علاوه بر محتوای پروتئین آن، غلاف همچنین حاوی مواد آلی و معدنی و انواع ویتامین‌ها می‌باشد. میزان آهن آن دو برابر آهن اسفناج است (Chuarasia & Saxena, 2012). دانه گوار منبع اصلی صمغ است. به دلیل وجود مقادیر زیادی صمغ گالاکتومانان در دانه‌های گوار، به‌عنوان یک غلیظ‌کننده در محصولاتی مانند بستنی و یا به‌عنوان تثبیت‌کننده در پنیر استفاده می‌شود. صمغ گوار به‌عنوان کاهنده کلسترول، فشارخون و قند خون نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد (Sharma *et al*., 2011). عصاره پودر گوار دارای فعالیت ضدسرطانی است (Badr *et al*., 2014). در سال ۲۰۱۲، تقاضای جهانی برای صمغ گوار افزایش یافته است و قیمت تقریبا به ۲/۳برابر افزایش یافته است (Gresta *et al*., 2014).

*نویسنده مسئول: rastegarhort@gmail.com

گیاهان در طبیعت به طور مداوم در معرض تنش‌های زنده و غیرزنده قرار دارند. در میان این تنش‌ها، تنش خشکی یکی از معمول‌ترین تنش‌های محیطی است که تقریباً تولیدات گیاهان زراعی را در ۲۵ درصد از زمین‌های جهان محدود می‌کند. ایران با متوسط نزولات آسمانی ۲۴۰ میلی‌متر در زمره مناطق خشک جهان طبقه بندی می‌گردد (Sarmdnya, 1993). در میان عوامل محدودکننده طبیعی، کمبود آب مهم‌ترین عاملی است که به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان به طرق مختلف باعث محدودیت کاشت و کاهش محصولات غذایی می‌شود. یک‌سوم از اراضی قابل کشت در جهان از کمبود آب کافی رنج می‌برند و با تغییرات آب و هوایی و افزایش جمعیت این مشکل در آینده جدی‌تر خواهد شد (El- Houerou, 1996). نزدیک به نیمی از اراضی کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک واقع شده‌اند. افزایش دمای زمین به دلیل تغییرات جوی و کمبود بارش، روند رو به افزایش تبدیل زمین‌های کشاورزی را به زمین های خشک شدت بخشیده است. لذا شناسایی گیاهان مقاوم و مکانیسم‌هایی که منجر به مصرف بهینه آب و عملکرد زراعی بالا می گردند، حیاتی به نظر می‌رسد (Morris *et al*.,1991). برنامه‌ریزی صحیح آبیاری سبب استفاده بهینه از منابع محدود آب می‌گردد. تحقیقات نشان می‌دهند که تأثیر تنش خشکی بر رشد و عملکرد به ژنوتیپ بستگی گیاه دارد (Bannayan *et al*., 2008).

به دلیل ناشناخته‌بودن گیاه گوار تاکنون تحقیقات اندکی در ایران انجام شده است. نتایج پژوهش Amiri Deh Ahmadi *et al*, (2010) نشان داد تنش خشکی در مرحله گلدهی باعث کاهش وزن دانه در بوته، وزن خشک تجمعی، سرعت رشد نسبی، سرعت رشد گیاه، سرعت فتوسنتز خالص و افزایش نسبت سطح برگ و سطح ویژه برگ در نخود شد. نتایج نشان داد استفاده از فسفر باعث کاهش اثرات تنش کم‌آبی می‌شود. نتایج نشان داد اثر فزاینده فسفر و تیو اوره موجب افزایش فتوسنتز خالص، سطح برگ، افزایش محتوای کلروفیل، افزایش متابولیسم نیتروژن در گوار و نیز بهبود قابل توجه در رشد و عملکرد بذر در شرایط تنش آب می‌شود (Burman *et al*., 2003).

کشت گیاهانی که بتوانند کمبود آب را در طول دوره رشد در مناطق نیمه‌خشک مانند ایران تحمل کنند، ضروری است. باتوجه به محدودیت منابع آب در کشور، ارزیابی توده‌های گوار تحت تنش کم‌آبی از اهمیت خاصی برخوردار است. لذا در این پژوهش توده‌های محلی استان سیستان و بلوچستان مورد ارزیابی قرار گرفتند تا مناسب‌ترین توده جهت کشت به کشاورزان توصیه گردد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال‌های ۹۷-۱۳۹۶ در مزرعه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان ایرانشهر اجرا گردید. خصوصیات مختلف خاک محل آزمایش در جدول ۱ و اطلاعات هواشناسی در جدول ۲ نشان داده شده است. آزمایش به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح پایه بلوک کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. فاکتور اصلی شامل سه سطح فواصل آبیاری ۵، ۷ و ۹روز و ۶ اکوتیپ گوار (سرباز، سراوان، ایرانشهر، RGC1033، هندی، گرمبیت) به‌عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. بعد از انجام مراحل آماده‌سازی زمین و ایجاد جوی و پشته، اولین آبیاری قبل از کاشت صورت گرفت. عملیات کاشت بذر گوار در هفته دوم اسفندماه به صورت دستی انجام شد. پس از استقرار گیاه در مرحله پنج‌برگی، تیمارهای آبیاری آغاز و تا برداشت بذرها ادامه یافت. در پایان فصل رشد، طول اندام هوایی و طول ریشه، وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن تر و خشک ریشه، تعداد شاخه‌های فرعی، وزن۱۰۰دانه اندازه‌گیری شد. شاخص کلروفیل برگ با استفاده از دستگاه Spad مدل Minolta-502 اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری فلورسانس کلروفیل، ابتدا گیره‌های دستگاه اندازه گیری فلورسانس کلروفیل (مدل Hansatech Instrument ساخت انگلستان) به برگ‌ها وصل شدند. بعد از ۲۰ دقیقه قرارگرفتن در تاریکی، حداکثر کارآیی کوانتومی فتوسیستم II (F_v/F_m) قرائت شد. در نهایت تجزیه داده‌های آماری با نرم‌افزار SAS 9.1 و مقایسات میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت. نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel ترسیم شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش:

Table 1. Soil physical and chemical properties of experimental location

عمق‌خاک **Depth soil (cm)**	درصد اشباع **S.P**	بافت خاک **Soil texture**	درصد شن **% Sand**	درصد لای **% Silt**	درصد رس **% Clay**	پتاسیم قابل جذب **Available Potassium (PPm)**	فسفرقابل جذب **Available Phosphorus (PPm)**	ازت‌کل **Total Nitrogen %**	کربن‌آلی **Organic Carbon %**	هدایت الکتریکی **Electrical conductivity ($ds.m^{-1}$)**	واکنش گل اشباع **PH**
0-30	30.99	Sandy loam	60	34	61	345	8.04	0.03	0.32	3.59	7.52

جدول ۲- داده‌های هواشناسی مربوط به فصل زراعی ۹۷ - ۱۳۹۶ در ایرانشهر
Table 2. Meteorological data for 2017-2018 crop season in Iranshahr

ماه **Month**	میانگین دما **Mean temperature**	میانگین حداکثر دما (سانتی‌گراد) **Mean of maximum temperature (°C)**	میانگین حداقل دما (سانتی‌گراد) **Mean of minimum temperature (°C)**	حداکثر مطلق دما (سانتی‌گراد) **Absolute maximum temperature (°C)**	حداقل مطلق دما (سانتی‌گراد) **Absolute minimum temperature (°C)**	میزان بارش درماه (میلی‌متر) **Monthly precipitation (mm)**
اسفند۹۶ March 2018	24.4	31.9	16.9	39.7	13.4	0.1
فروردین۹۷ April 2018	29.3	36.5	22.1	41.5	16.6	0.1
اردیبهشت۹۷ May 2018	32.8	39.9	25.7	45	20.1	21.1
خرداد۹۷ June 2018	38.5	45.8	31.3	49.1	26.2	0
تیر۹۷ July 2018	38.3	45.1	31.5	47.5	28.6	0

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که برهمکنش فواصل آبیاری×توده تمام صفات به‌جُز وزن۱۰۰دانه معنی‌دار شد (جدول۳).

ارتفاع بوته

افزایش فواصل آبیاری باعث کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته در اکوتیپ‌های سرباز و سراوان شد (شکل۱). نتایج نشان داد که در دور آبیاری ۹روزه، بیشترین ارتفاع گیاه (۷۷/۵سانتی‌متر) مربوط به اکوتیپ اصلاح‌شده RGC1033 بود که با اکوتیپ سراوان تفاوت معنی‌داری نشان نداد. کمترین ارتفاع گیاه (۴۲/۰۳سانتی‌متر) مربوط به اکوتیپ سرباز بود. ارتفاع بوته، صفت کلیدی برای انتخاب بهبود عملکرد در گوار است (Kumar & Ram, 2015). Bayat *et al*, (2017) نیز گزارش کردند که با افزایش تنش خشکی، ارتفاع گیاه گوار کاهش یافت. برخی محققان کاهش ارتفاع بوته در شرایط تنش کمبود رطوبت را به کاهش تورم نسبی و ازدست‌دادن آب پروتوپلاسم و در نهایت، کاهش تقسیم و توسعه سلول ارتباط دادند (El- Kholy & Gabaliah, 2005; Yordanov *et al*., 2003).

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در گیاه گوار
Table 3. Variance analysis of studied traits in Guar

منابع تغییر **S.O.V**	درجه آزادی **df**	میانگین مربعات **Mean Squares** ارتفاع بوته **Plant height**	طول ریشه **Root length**	تعداد شاخه فرعی **Secondary branches No.**	وزن خشک اندام هوایی **Dry weight of aerial parts**	وزن‌تر ریشه **Fresh weight of root**	وزن‌خشک ریشه **Dry weight of root**
Block بلوک	2	275.33*	2.13ns	0.29ns	0.09ns	1.09**	0.01ns
Irrigation آبیاری	2	10.38ns	4.98**	0.06ns	2.33**	0.18ns	0.12*
Error a خطای اصلی	4	5.81	1.54	0.11	0.09	0.076	0.019
Ecotype اکوتیپ	5	226.66**	6.69**	4.27**	42.28**	1.59**	0.57**
اکوتیپ×آبیاری Ecotype×irrigation	10	100.14*	12.03**	1.70**	2.93**	2.24**	0.32**
Error b	10	39.26	2.17	0.08	0.1	0.045	0.037
خطای فرعی Sub-error	20	29.94	1.01	0.26	0.06	0.074	0.033
Total کل	53						

ns، *، **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵درصد و ۱درصد

ns,* and **: Non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

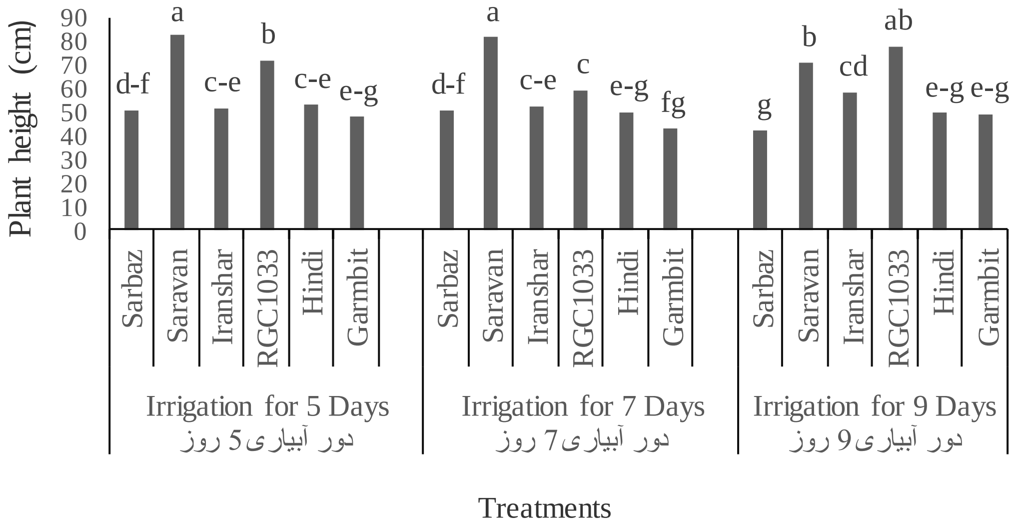
ادامه جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در گیاه گوار

Continued Table 3. Variance analysis of studied traits in Guar

منبع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Squares				
		وزن۱۰۰دانه بذر Weight of 100 seed	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	عدد کلروفیل‌متر Spad	حداکثر کارآیی کوانتومی فتوسیستم Fv/Fm II
بلوکBlock	2	0.06**	0.05ns	1.58*	4.63ns	0.005ns
Irrigation آبیاری	2	0.02ns	2.21**	245.88**	77.93**	0.014ns
Error a خطای اصلی	4	0.004	0.05	0.55	19.51	0.0012
Ecotype اکوتیپ	5	0.38**	54.97**	1512.34**	129.54**	0.016ns
اکوتیپ×آبیاری Ecotype×irrigation	10	0.005ns	3.26**	138.37**	90.80**	0.02**
خطای فرعی Sub-error	20	0.001	0.04	0.36	12.06	0.004
Total کل	53					

ns، *، **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵درصد و ۱درصد

ns,* and **: Non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively



شکل ۱- تأثیر دور آبیاری و اکوتیپ‌های مختلف بر ارتفاع گیاه گوار

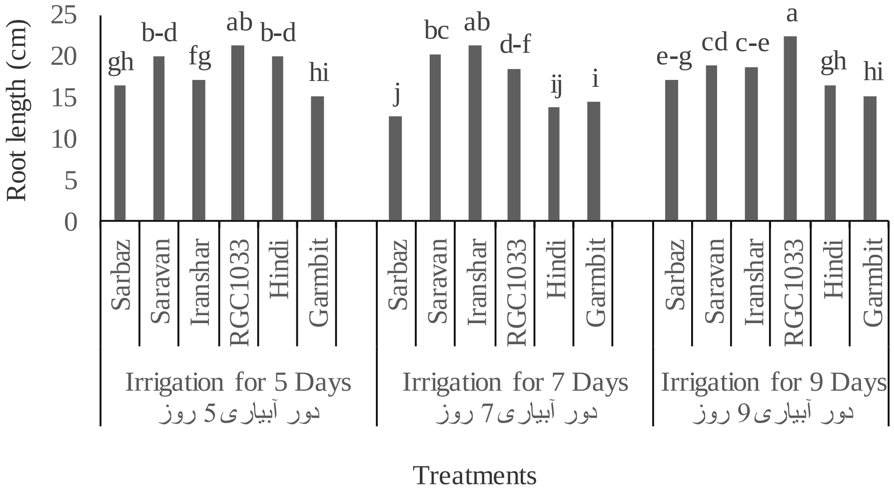
میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، بر اساس آزمون LSD، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Fig. 1. Effect of irrigation period and different ecotype on Guar plant height

Means followed by at least one similar letter are not significantly different (P≤ 0.05), based on LSD Test.

طول ریشه

نتایج نشان داد دور آبیاری ۹روزه باعث افزایش طول ریشه در اکوتیپ‌های RGC1033، ایرانشهر و سرباز و باعث کاهش معنی‌دار طول ریشه در اکوتیپ هندی شد. در دور آبیاری ۹روزه بیشترین طول ریشه با میانگین ۲۲/۳ سانتی‌متر مربوط به اکوتیپ RGC1033 و کمترین طول ریشه (۱۲/۷سانتی‌متر) مربوط به دور آبیاری هفت‌روزه و اکوتیپ سرباز بود (شکل ۲). با توجه به مشاهدات Bayat *et al*, (2017) تنش خشکی باعث افزایش طول ریشه در گوار شد که با نتایج کنونی مطابقت دارد. اثرات نامطلوب خشکی بر رشد گیاهان می‌تواند با توسعه ریشه جبران شده و باعث افزایش جذب آب توسط گیاه شود. این فرایند با عمیق‌ترشدن ریشه‌ها، تغییر توزیع سیستم ریشه و یا تغییر اندازه آوندهای ریشه صورت می‌گیرد (Turner, 1986).



شکل ۲- تأثیر دور آبیاری و اکوتیپ‌های مختلف بر طول ریشه گیاه گوار

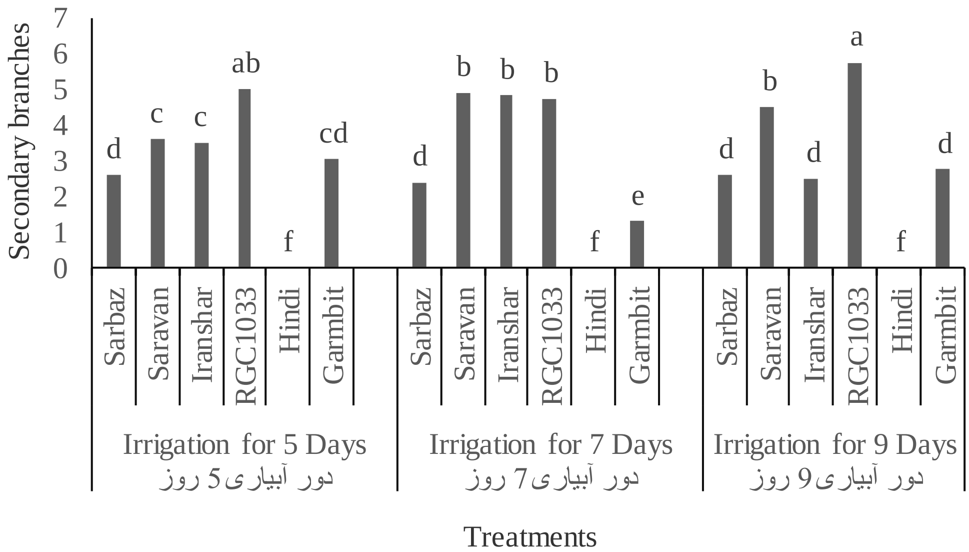
میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، بر اساس آزمون LSD، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Fig. 2. Effect of irrigation period and different ecotype on root length Guar plant

Means followed by at least one similar letter are not significantly different (P≤ 0.05), based on LSD Test.

تعداد شاخه‌های فرعی

نتایج نشان داد کـه در دور آبیـاری ۹روزه تعدادشـاخه‌هـای فرعـی در اکوتیـپ‌هـای ایرانشـهر و گرمبیـت کـاهش و در اکوتیپ‌های سراوان و RGC1033 افزایش یافت، در حالی‌که دور آبیاری تأثیری در اکوتیپ سرباز نداشت. بیشـترین تعـداد شـاخه فرعی (۵/۷) مربوط بـه اکوتیـپ اصـلاحی RGC1033 و در دور آبیاری ۹روزه بود که با دور آبیاری پـنج روزه تفـاوت معنـی‌داری نشان نداد. اکوتیپ هندی در تمام دور آبیاری‌ها فاقد شاخه فرعی بـود (شـکل ۳). بـرخلاف نتـایج کنـونی، Boutraa & Sander (2001) Sander گزارش کردند که تنش آب در مرحله گلـدهی تعداد شاخه‌های جانبی دو رقم گوار را کاهش داد.



شکل ۳- تأثیر دور آبیاری و اکوتیپ‌های مختلف بر تعداد شاخه‌های گیاه گوار

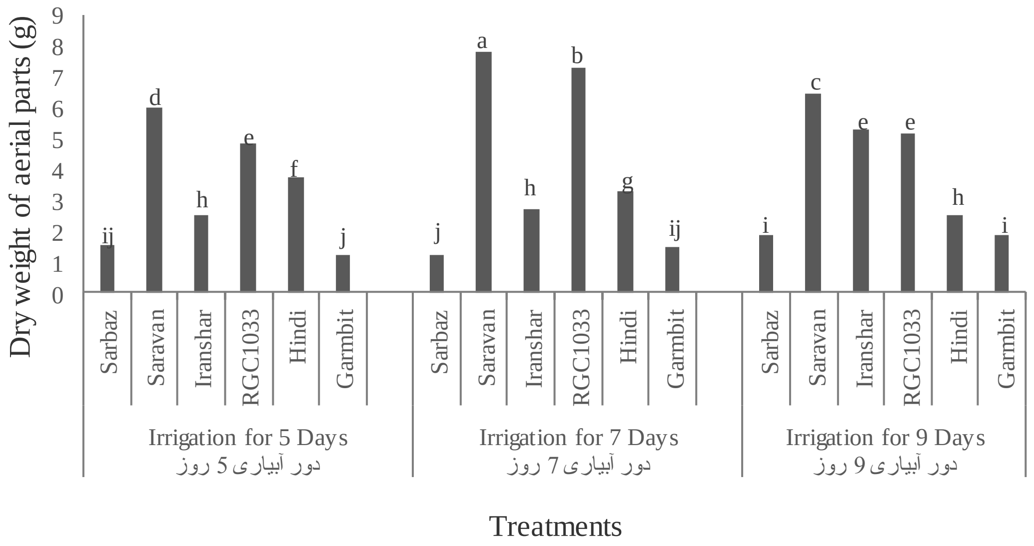
میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، بر اساس آزمون LSD، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Fig. 3. Effect of irrigation period and different ecotype on secondary branches Guar plant

Means followed by at least one similar letter are not significantly different (P≤ 0.05), based on LSD Test.

وزن خشک اندام‌های هوایی

نتایج مربوط به تأثیر آبیاری بر وزن خشک اندام هوایی نشان داد افزایش دور آبیاری بر وزن خشک اندام‌های هوایی اکوتیپ‌های سرباز و گرمبیت تأثیر معنی‌داری نداشت. بیشترین میانگین وزن خشک اندام هوایی در اکوتیپ سراوان و دور آبیاری هفت روز مشاهده گردید (شکل ۴). با افزایش فواصل آبیاری به ۹روز وزن خشک اندام هوایی کاهش یافت. نتایج مشابهی نیز توسط Gorbani *et al*, (2010) گزارش شده است.



شکل ۴- تأثیر دور آبیاری و اکوتیپ‌های مختلف بر وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه گوار

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، بر اساس آزمون LSD، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Fig. 4. Effect of irrigation period and different ecotype on dry weight of aerial parts Guar plant

Means followed by at least one similar letter are not significantly different ($P \leq 0.05$), based on LSD Test.

وزن ریشه

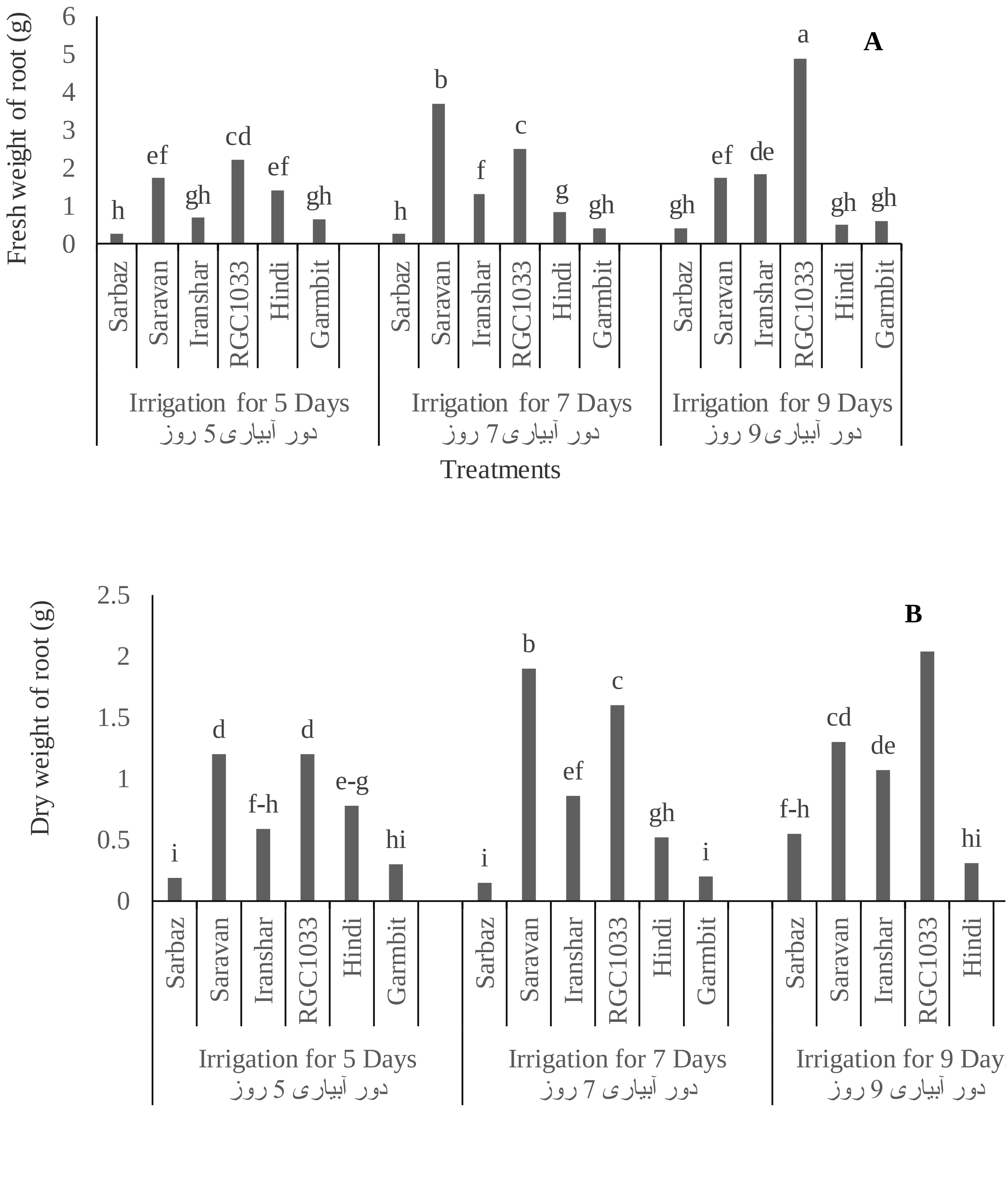
نتایج مربوط به تأثیر دور آبیاری بر وزن تر و خشک ریشه در شکل ۵ ارائه شده است. در اکوتیپ ایرانشهر و RGC1033 وزن تر و خشک افزایش یافت. افزایش فاصله آبیاری باعث کاهش معنی‌دار وزن تر و خشک ریشه توده هندی شد. دور آبیاری تأثیر معنی‌داری بر اکوتیپ‌های سرباز و گرمبیت نداشت. بیشترین وزن تر و خشک ریشه در توده اصلاح‌شده RGC1033 مشاهده شد، در حالی‌که اکوتیپ‌های هندی و گرمبیت کمترین وزن تر و خشک ریشه را نشان دادند.

وزن۱۰۰دانه

نتایج نشان داد وزن بذر تحت تأثیر دور آبیاری و اثر متقابل آبیاری و اکوتیپ قرار نگرفت، ولی به طور معنی‌داری تحت تأثیر اکوتیپ‌های مختلف گوار قرار گرفت (شکل۶). تأثیر ساده نوع اکوتیپ بر وزن بذر نشان داد که به ترتیب سراوان، هندی و ایرانشهر دارای بیشترین وزن بذر بودند، درحالی‌که اکوتیپ‌های سرباز، RGC1033 و گرمبیت بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر، دارای کمترین وزن بذر بودند. در نتایج کنونی وزن۱۰۰دانه بذر تحت تأثیر دور آبیاری قرار نگرفت، ولی به طور معنی‌داری تحت تأثیر اکوتیپ‌های مختلف قرار گرفت. مطالعات انجام شده توسط Mahmoud *et al*, (2011) نشان داد وزن۱۰۰۰دانه در گوار در هر فصل به طور قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر فواصل مختلف آب قرار نگرفت که با نتیجه آزمایش ما همخوانی مثبت دارد.

وزن۱۰۰دانه از اجزای مهم عملکرد دانه در لوبیاست که به صورت ارثی کنترل می‌شود، ولی تحت تأثیر محیط نیز قرار می‌گیرد (Salehi, 2015). با توجه به مشاهدات Pandey *et al*, (1981) در میان اجزای عملکرد نخود، وزن۱۰۰دانه کمتر تحت تأثیر سطوح مختلف رطوبتی قرار می‌گیرد.

در این مطالعه اکوتیپ سراوان و هندی دارای بیشترین وزن بذر و اکوتیپ سرباز دارای کمترین وزن بذر بود. تعداد غلاف در بوته، تعداد شاخه‌های جانبی، وزن۱۰۰دانه و ارتفاع بوته اثر مستقیم و مثبت بر عملکرد دانه گوار دارد (Shekhawat & Singhania, 2005).

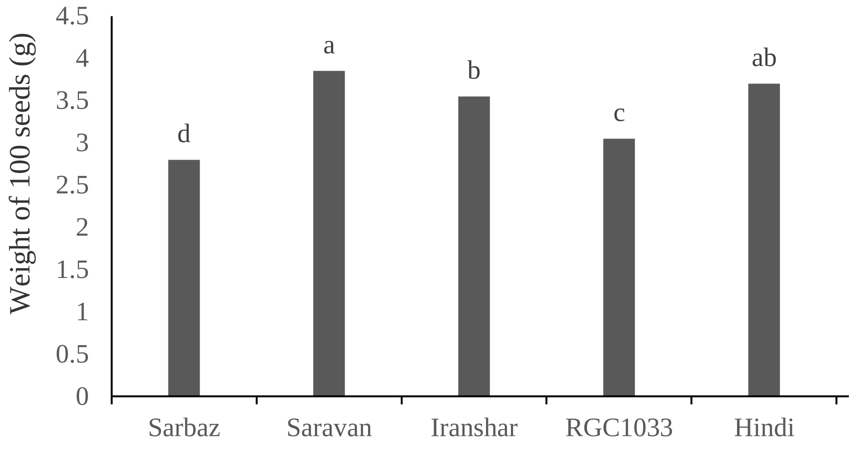


شکل ۵- تأثیر دور آبیاری و اکوتیپ‌های مختلف، بر وزن‌تر ریشه (A) و وزن خشک ریشه (B) گیاه گوار

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، بر اساس آزمون LSD، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Fig. 5. Effect of irrigation period and different ecotype on fresh weight of root guar plant (A) and dry weight of root Guar plant (B)

Means followed by at least one similar letter are not significantly different ($P\leq 0.05$), based on LSD Test.



شکل ۶- تأثیر اکوتیپ‌های مختلف بر وزن۱۰۰دانه بذر گیاه گوار

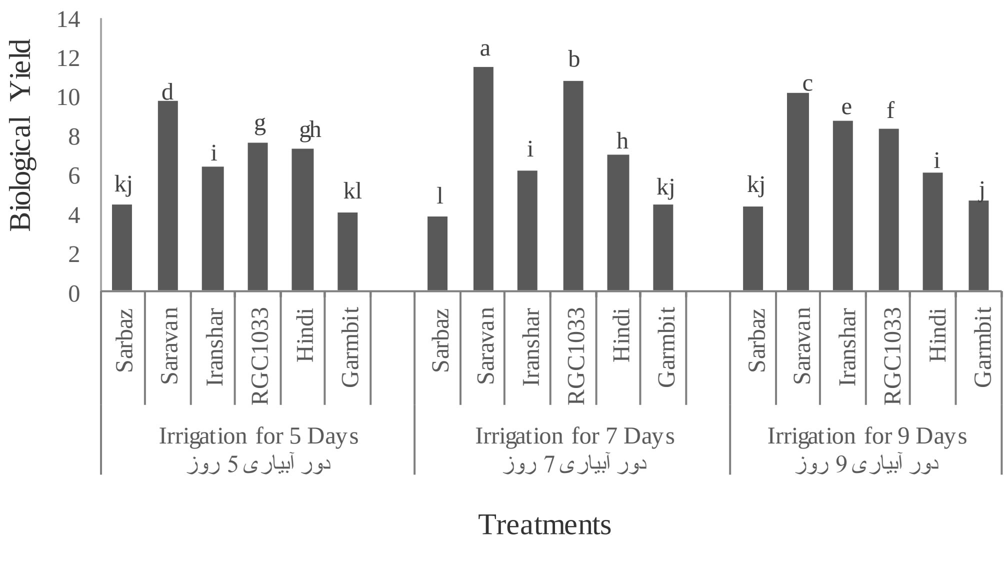
میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، بر اساس آزمون LSD، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Fig. 6. Effect of different ecotype on 100 seed weight of Guar plant

Means followed by at least one similar letter are not significantly different (P≤ 0.05), based on LSD Test.

عملکرد بیولوژیک

نتایج نشان داد اثر متقابل اکوتیپ×آبیاری در سطح احتمال ۱درصد معنی‌دار بود. بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک در دور آبیاری هفت روز و اکوتیپ سراوان به‌دست آمد. در تمام سطوح آبیاری اکوتیپ سراوان نسبت به بقیه اکوتیپ‌ها عملکرد بیولوژیک بیشتری از خود نشان داد (شکل۷). در تطابق با این نتایج، Mohammadzadeh *et al*, (2011) نیز در آزمایشی بر روی ژنوتیپ لوبیا گزارش کردند عملکرد بیولوژیک کل به طور معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر تنش خشکی و ژنوتیپ قرار گرفت.



شکل۷- تأثیر دور آبیاری و اکوتیپ‌های مختلف بر عملکرد بیولوژیک گیاه گوار

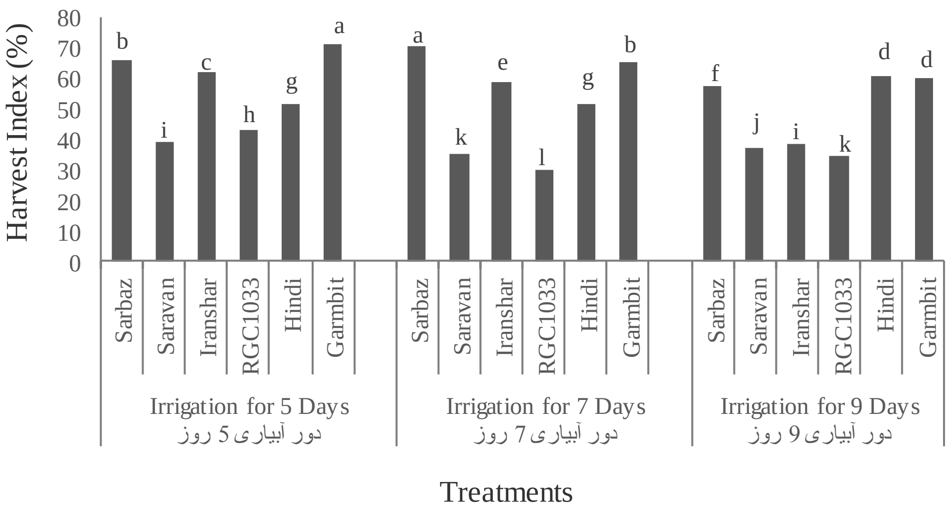
میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، بر اساس آزمون LSD، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Fig. 7. Effect of irrigation period and different ecotype on biological function Guar plant

Means followed by at least one similar letter are not significantly different (P≤ 0.05), based on LSD Test.

شاخص برداشت

نتایج نشان داد با افزایش فواصل آبیاری شاخص برداشت کاهش یافت. اکوتیپ‌های گرمبیت و سراوان در تیمار آبیاری پنج روزه به ترتیب از بیشترین و کمترین شاخص برداشت برخوردار بودند (شکل۷). در شرایط کم‌آبی، شاخص برداشت کاهش می‌یابد که علت آن کاهش تعداد غلاف‌ها است. شاخص برداشت از طریق کاهش تعداد غلاف و در نهایت کاهش عملکرد اقتصادی کاهش می‌یابد (Rosales *et al*., 2004). بالابودن شاخص برداشت ناشی از اختصاص بیشتر مواد فتوسنتزی گیاه به تولید دانه و در نتیجه عملکرد اقتصادی بوده و معیار مهم در تحمل گیاه به تنش کم‌آبی می‌باشد (Gebeyehu, 2006). در تطابق با این نتایج Bayat *et al*, (2009) نیز کاهش شاخص برداشت را در اثر تنش آبیاری در لوبیاچیتی گزارش کردند.



شکل۸- تأثیر دور آبیاری و اکوتیپ‌های مختلف بر شاخص برداشت گیاه گوار

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، بر اساس آزمون LSD، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Fig. 8. Effect of irrigation period and different ecotypes on harvest index Guar plant

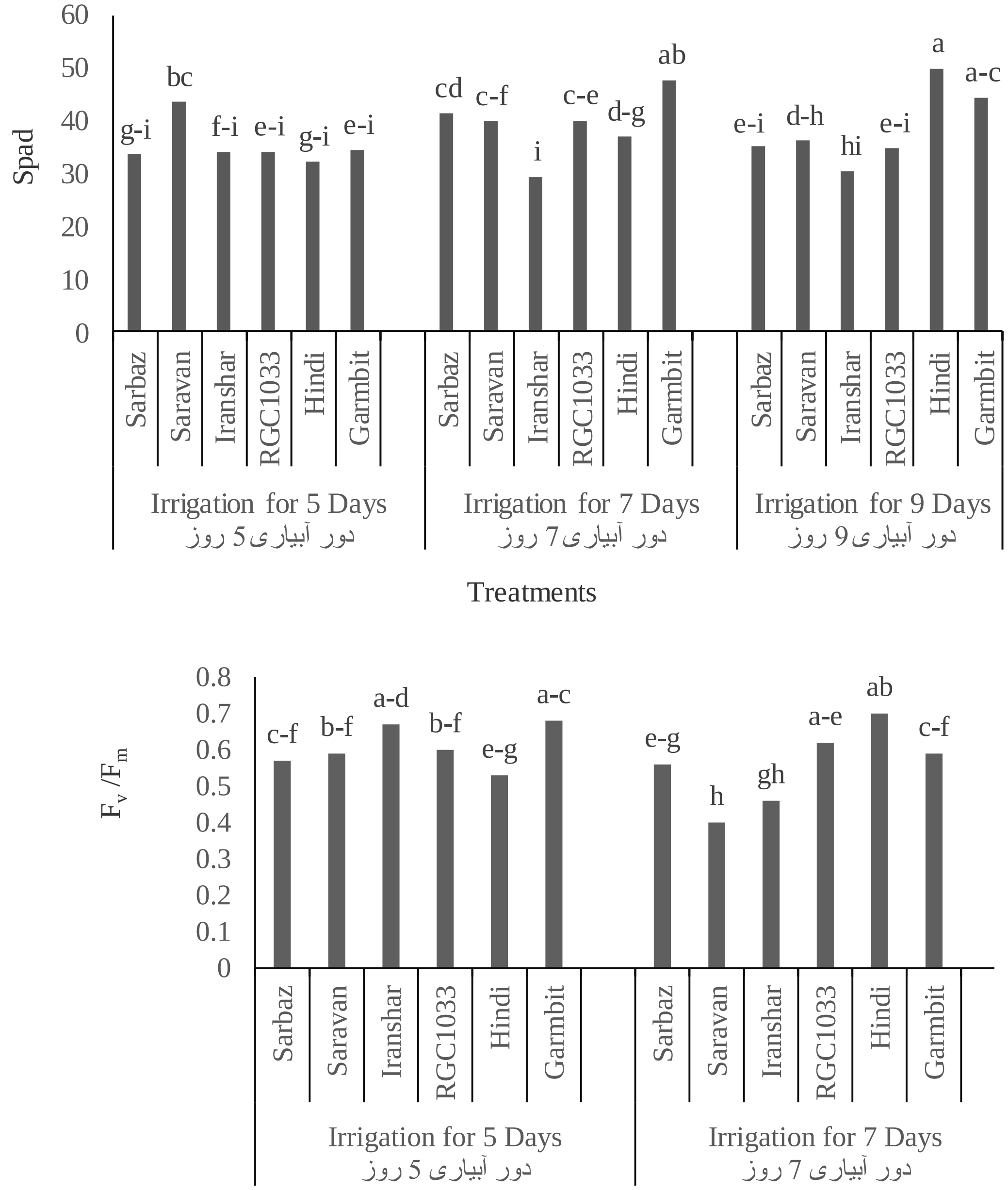
Means followed by at least one similar letter are not significantly different ($P \leq 0.05$), based on LSD Test.

قرائت SPAD و حداکثر کارآیی کوانتومی فتوسیستمII (F_v/F_m)

به استثنای اکوتیپ سراوان که کاهش معنی‌داری در قرائت SPAD آن مشاهده شد، اکوتیپ‌های هندی و گرمبیت بالاترین قرائت را در دور آبیاری ۹روزه نشان دادند (شکل ۸). بر اساس نتایج، دور آبیاری ۹روزه باعث کاهش معنی‌دار F_v/F_m در اکوتیپ‌های سرباز، گرمبیت و ایرانشهر شد. اکوتیپRGC1033 و هندی به ترتیب دارای بیشترین F_v/F_m برگ و اکوتیپ‌های سراوان و ایرانشهر در دور آبیاری هفت روز دارای کمترین F_v/F_m در برگ بودند (شکل ۸).

برخلاف نتایج کنونی Wazirie *et al*, (2016) در گزارش خود اعلام کردند که تنش خشکی باعث کاهش کلروفیل برگ شد. کلروفیل رنگیزه اصلی کلروپلاست سلول‌های برگی است که با جذب انرژی نوری، واکنش نوری فتوسنتز را به جریان می‌اندازد. پایداری کلروفیل در شرایط تنش رطوبتی، جهت تداوم فتوسنتز ضروری است و یکی از عوامل کلیدی در تعیین سرعت فتوسنتز و تولید ماده خشک محسوب می‌گردد (Ghosh *et al*., 2004). با توجه به مشاهدات Pezeashkh Pour *et al*, (2005) بر روی نخود، تنش خشکی باعث کاهش شاخص کلروفیل شده است. مطالعات انجام‌شده توسط Movahedi Dehnavi *et al*, (2004) برروی تنش خشکی ارقام گلرنگ نشان داد که تنش خشکی موجب افزایش میزان کلروفیل در ارقام گلرنگ پاییزه گردید. افزایش کلروفیل برگ در شرایط تنش احتمالاً به علت کاهش سطح برگ و تجمع کلروفیل در سطح کمتر برگ باشد. به همین دلیل گزارش‌ها در مورد تأثیر تنش خشکی بر میزان کلروفیل برگ متفاوت است.

افزایش، کاهش یا عدم تغییر میزان کلروفیل برگ تحت شرایط تنش خشکی، با توجه به نوع محصول، مرحله رشد، طول دوره تنش و شدت تنش خشکی متفاوت می‌باشد (Al- Hakimi *et al.*, 1995). مقدار فلورسانس کلروفیل به‌عنوان معیاری برای سنجش سالم‌بودن غشای تیلاکوئیدی در کارآیی نسبی انتقال الکترون از فتوسیستمII به فتوسیستمI در نظر گرفته می‌شود. نسبت F_v/F_m حداکثر کارآیی کوانتومی فتوسیستمII برای تبدیل نور جذب‌شده به انرژی شیمیایی را نشان می‌دهد. تنش های محیطی با تأثیر بر فتوسیستمII باعث کاهش این نسبت می‌شوند (Morison & Videng, 1995).



شکل ۹- تأثیر دور آبیاری و اکوتیپ‌های مختلف بر کلروفیل (اسپد) (شکل بالا) و حداکثر کارآیی فتوسیستم II (F_v/F_m) (شکل پایین) گیاه گوار

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، بر اساس آزمون LSD، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Fig. 9. Effect of irrigation period and different ecotypes on chlorophyll (spad) and F_v /F_m Guar plant

Means followed by at least one similar letter are not significantly different (P≤ 0.05), based on LSD Test.

افزایش میزان فلورسانس کلروفیل در شرایط تنش خشکی روی گیاهان زیادی از جمله توت‌فرنگی، کاهو و زیتون گزارش شده است (Razavi *et al*., 2008; Petridis *et al*., 2012; Hussain & Reigosa, 2011). تفاوت ژنوتیپ‌های حساس و مقاوم از نظر F_v/F_m در تنش شدید پدیدار می‌شود و ژنوتیپ‌های با نسبت بالای F_v/F_m در شرایط تنش شدید، کارآیی فتوسنتزی بالاتری دارند (Sayed, 2003).

نتیجه‌گیری

افزایش فواصل آبیاری سبب کاهش شاخص برداشت شد، به طوری‌که دور آبیاری پنج روز و اکوتیپ گرمبیت از بیشترین میانگین شاخص برداشت برخوردار بود. افزایش دور آبیاری موجب افزایش طول ریشه گردید. با توجه به صفات مختلف اکوتیپ اصلاحی RGC1033 و اکوتیپ سراوان دارای بیشترین مقاومت به کم‌آبی بودند، به طوری‌که در دور آبیاری ۹روزه، میانگین تعداد شاخه‌های فرعی، وزن تر و خشک ریشه تحت تأثیر قرار نگرفت. بیشترین میانگین عملکرد بیولوژیک در دور آبیاری هفت روز و اکوتیپ سراوان مشاهده شد. با توجه به صفات اندازه‌گیری‌شده (ارتفاع، طول ریشه، تعداد شاخه‌های فرعی و عملکرد بیولوژیک)، اکوتیپ RGC1033 و سراوان دارای بیشترین میانگین بودند. با توجه به نتایج این تحقیق دور آبیاری هفت روز مناسب‌ترین فواصل آبیاری جهت کشت گوار در مناطق جنوبی ایران پیشنهاد می شود.

سپاس‌گزاری

بدین‌وسیله از کلیه پرسنل مزرعه تحقیقات کشاورزی ایرانشهر که ما را در اجرای این تحقیقات یاری کردند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

منابع

1. Amiri Deh Ahmadi, S.R., Parsa, M., Nezami, A., and Ganjali, A. 2010. Effect of drought stress at different growth stages on chickpea growth indices in greenhouse conditions. Journal of Bean Research Iranian Science 1(2): 69-84.
2. Al-Hakimi, A., Monneveux, P., and Galiba, G. 1955. Soluble sugars, proline and relative water content (RCW) as traits for improving drought tolerance and divergent selection for RCW from *Triticum polonicum* into *Triticum durum*. Journal of Genetics and Breeding 49: 237-244.
3. Badr, S.E.A., Abdelfattah, M.S., El-Sayed, S.H., Abd El-Aziz, A.S.E., and Sakr, D.M. 2014. Evaluation of anticancer, antimycoplasmal activities and chemical composition of guar (*Cyamopsis tetragonoloba*) seeds extract. Research Jornal of Pharm Biology Chemistry Science 5(3): 413-423.
4. Bannayan, M., Nadjafi, F., Azizi, M., Tabrizi, L., and Rastgoo, M. 2008. Yield and seed quality of *Plantago ovata* and *Nigella sativa* under different irrigation treatments. Industrial Crops and Products 27(1): 11-16.
5. Bayat, A., Sephri, A.A., Ahmadvand, G., and Derry, H.R. 2009. Effect of water deficit stress on performance and performance components pinto beans genotypes. Journal of Crop Science Iranian 12(1): 42-51.
6. Bayat, S., Sodai Zade, H., Hakimzadeh, M.A., and Mosle aria, A. 2017. Investigation of water relations and drought resistance of guar plant (*Cyamopsis tetragonoloba*) under different moisture treatments. Master's Thesis, University of Yazd, Yazd, Iran.
7. Boutraa, T., and Sanders, F.E. 2001. Influence of water stress on grain yield and vegetative growth of two cultivars of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Agronomy and Crop Science 187(4): 251-257.
8. Burman, U., Garg, B.K., and Kathju, S. 2009a. Effect of phosphorus application on clusterbean under different intensities of water stress. Journal of Plant Nutrition 32(4): 668-680.
9. Burman, U., Garg, B.K., and Kathju, S. 2004b. Interactive effects of thiourea and phosphorus on clusterbean under water stress. Biologia Plantarum 48(1): 61-65.
10. Chuarasia, S., and Saxena, R. 2012. Antimicrobial activity of four different varieties of green beans. Research Jornal of Pharm Biology Chemistry Science 3: 70-74.
11. Dhingra, H.R. 2014. Effect of salinity stress on morpho-physiological, biochemical and yield characters of cluster bean [*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.]. Indian Journal of Plant Physiology 19(4): 393-398.
12. El-Kholy, M.A., and Gaballah, M.S. 2005. Productivity of wheat cultivars affected by seeding methods and reflected application under water stress condition. Journal Agronomy 4: 23-30.

13. Gebeyehu, S. 2006. Physiological response to drought stress of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes differing in drought resistance. PhD. Thesis, University of Giessen Germany.
14. Ghorbani, T., Galeshi, S., Soltani, A., and Zeynali, E. 2010. Review some parameters physiological and biochemical in chicpea plant under drought stress. Submitted Dissertation, University of Gorgan.
15. Ghosh, P.K., Bandyopadhyay, K.K., Manna, M.C., Mandal, K.G., Misra, A.K., and Hati, K.M. 2004. Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphocompost and fertilizer-NPK on three cropping systems in vertisols of semi-arid tropics. II. Dry matter yield, nodulation, chlorophyll content and enzyme activity. Bioresource Technology 95(1): 85-93.
16. Gresta, F., De Luca, A.I., Strano, A., Falcone, G., Santonoceto, C., Anastasi, U., and Gulisano, G. 2014. Economic and environmental sustainability analysis of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) farming process in a Mediterranean area: two case studies. Italian Journal of Agronomy 9(1): 20-24.
17. Hussain, M.I., and Reigosa, M.J. 2011. A chlorophyll fluorescence analysis of photosynthetic efficiency, quantum yield and photon energy dissipation in PSII antennae of *Lactuca sativa* L. leaves exposed to cinnamic acid. Plant Physiology and Biochemistry 49(11): 1290-1298.
18. Kumar, V., and Ram, R.B. 2015. Genetic variability, correlation and path analysis for yield and yield attributing traits in cluster bean [*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.] genotypes. International Jornal of Pure Applied Biology Science 3(1): 143-149.
19. Le-Houérou, H.N. 1996. Climate change, drought and desertification. Journal of arid Environments 34(2): 133-185.
20. Mahmoud, F.E.M.A., Deng, M.M., and Awatif, A.G.B. 2011. Effect of water stress at different periods on seed yield and water use efficiency of guar under shambat conditions. Agricultural Sciences 3: 262-266.
21. Mohammad Zadeh, A., Majnun Hosseini, N., Moghadam, H., and Akbari, M. 2011. Impact of different levels drought and nitrogen on performance and performance components Red been genotypes. Journal of Crop Science Iranian 43(1): 29-38.
22. Morison, M.J., and Videng, H.D. 1995. Leaf greenness and photosynthetic rates in soybean. Crop Science 35: 1411-1414.
23. Morris, P.C., Jewer, P.C., and Bowles, D.J. 1991. Changes in water relations and endogenous abscisic acid content of wheat and barley grains and embryos during development. Plant, Cell & Environment 14(4): 443-446.
24. Movahedi Dehnavi, M., Modares Sanawie, S.A.M., Soroush Zadeh, A., and Jalali, M. 2004. Changes in proline, total soluble sugars, chlorophyll and chlorophyll fluorescence in autumn safflower cultivars under drought stress of zinc and manganese foliar application. The Desert 9(1): 93-109.
25. Pandey, R.L., Rao, S.K., Tiwari, A.S., and Reddy, R.K. 1981. Note on estimates of heterosis for grain yield and implication in chickpea breeding (*Cicer arietinum* L.). Legume Rresearch 4: 109-111.
26. Petridis, A., Therios, I., Samouris, G., Koundouras, S., and Giannakoula, A. 2012. Effect of water deficit on leaf phenolic composition, gas exchange, oxidative damage and antioxidant activity of four Greek olive (*Olea europaea* L.) cultivars. Plant Physiology and Biochemistry 60: 1-11.
27. Pezashk Pour, A., Noori, M., Khorgami, A., Nazari, S., and Danesh var, M. 2005. The effect of supplementary irrigation on yield and yield components of grain, leaf chlorophyll index and light infiltration in shadingf of cabbage chickpea cultivars. Proceedings of the First National Bean Conference, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. Sci 205-207.
28. Rahman, M., and Shafivr, M**.** 1967. Guar meal in dairy cattle vations. PhD. Dissertation. Texas A&M University, College station, TX.
29. Razavi, F., Pollet, B., Steppe, K., and Van Labeke, M.C. 2008. Chlorophyll fluorescence as a tool for evaluation of drought stress in strawberry. Photosynthetica 46(4): 631-633.
30. Rosales-Serna, R., Shibala, K., Gallegos, A., Lopez, T., Cereceres, O., and Kelly, I.D. 2004. Biomass distribution maturity acceleration and yield in drought stress common bean cultivars. Field Crops Research 85: 2-3.
31. Salehi, F. 2015. Principles of Breeding and Cultivation of Common Bean. Agricultural and Natural Resources Research Education Publication. 265 p.
32. Sarmdnya, G. 1993. Environmental stresses the importance of agriculture. In: Congress Proceedings Crop Iran, Faculty of Agriculture, Tehran University, Karaj. 571p.
33. Sayed, O.H. 2003. Chlorophyll fluorescence as a tool in cereal research. Photosynthetica 41(3): 321-330.
34. Sharma, P., Dubey, G., and Kaushik, S. 2011. Chemical and medico-biological profile of *Cyamopsis tetragonoloba* (L) Taub: an overview. Journal of Applied Pharmaceutical Science 1(2): 32-37.

35. Shekhawat, S.S., and Singhania, D.L. 2005. Correlation and path analysis in cluster bean. F Research 30(4): 196-199.
36. Sij, J.W., Ott, J.P., Baughman, T.A., and Olosn, B.L.S. 2000. Simulated Hail Damage on Guar at Different Stages of Growth. Annual Report Texas University, USA.
37. Turner, N.C. 1986. Adaptation to water deficits: a changing perspective. Functional Plant Biology 13(1): 175-190.
38. Wazirie, Z., Mousavi Nick, M., Ghanbari, A., and Ashada, M.A. 2016. Effect review seed location on the native plant on quantitative and qualitative performance Guar (*Cyamopsis tetragonoloba*) Under drought stress. Master's Thesis, University of Zabol, Iran. (In Persian).
39. Yordanov, I., Velikova, V., and Tsonev, T. 2003. Plant responses to drought, acclimation and stress tolerance. Photosynthetica 38(2): 171-186.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 12, No. 1, 2021, p. 156-170 (Research Article)

Effect of different irrigation intervals on some morphophysiological characteristics of different genotypes of Guar (*Cyamopsis tetragonoloba*)

Dadgar[1], M., Rastegar[2*], S. & Piri[3], H.

1. Graduated, MSc. in Horticulture, University of Hormozgan, Bandar Abbas; monireh.dadgar.2017@gmail.com
2. Associate Professor of Horticulture, Faculty of Agriculture and Medical Resources, University of Hormozgan, Bandar Abbas
3. Assistant Professor of Horticulture, University of Vellayat Iranshahr; hsalar1970@gmail.com

Received: 27 September 2019
Accepted: 7 March 2020

DOI: 10.22067/ijpr.v12i1.83229

Introduction

Guar (cluster bean) *Cyamopsis Tetragonaloba* is one year plant belongs to the leguminous family. Guar has high nutritional value for humans. Global demand for guar has increased dramatically in recent years, which has led to the introduction of the plant in several countries. Water stress is the most important factor limiting planting and reducing food crops, especially in arid and semi-arid regions of the world. Therefore, identification of resistant plants and mechanisms that lead to optimal water use and high crop yields are critical. Given the limited water resources in the country, the evaluation of guar stands under drought stress is of particular importance.

Materials and Methods

The experiment was carried out at the Research Farm of Iranshahr Agricultural and Natural Resources Faculty in 2017-18. The experiment was conducted as a split-plot in a randomized complete block design with three replications. Three levels of irrigation interval (7, 5, and 9 days) and six guar stands (Sarbaz, Saravan, Iranshahr, RGC1033, Indian, and Grembit) were considered as main and sub-factors, respectively. After planting in the 5-leaf stage, the stress operation began and continued until the seeds were harvested. At the end of the growing season, samples were transferred to the laboratory and shoot length and root length, fresh and dry weight of shoot, fresh and dry root weight, number of branches, 100 seed weight were measured. Leaf chlorophyll index was measured using Spad 502 Minolta chlorophyll meter. The chlorophyll fluorescence was measured using a Handy-PEA portable fluorometer (Hansatech Instruments). Finally, statistical analysis was performed using SAS software and mean comparisons were made using the LSD test at 5% probability level.

Results and Discussion

Increasing irrigation intervals significantly decreased plant height in Sarbaz and Saravan. The results showed that at 9-day irrigation period, the highest plant height (77.5 cm) was related to RGC1033 which did not show any significant difference with Saravan. The lowest plant height (42.03cm) was related to Sarbaz ecotype. Results showed that the 9-day irrigation interval increased root length in RGC1033, Iranshahr and Sarbaz and significantly reduced root length in Indian ecotype. The results showed that in 9-day irrigation period the number of branches in Iranshahr and Grambit decreased but increased in Saravan and RGC1033 genotypes. While the irrigation interval had no effect on Sarbaz ecotype. Most of the branches were 5.7 in RGC1033 ecotype. The Indian ecotype lacked a branch at all irrigation intervals. At 9-day irrigation period, Saravan and Iranshahr had the highest leaf dry weight. In Iranshahr and RGC1033 genotype, fresh and dry weight increased. Increasing irrigation interval resulted in a significant decrease in the dry weight of Indian root. The irrigation period had no significant effect on Saravan and Grambit ecotypes. Increasing irrigation intervals did not have a significant effect on the Sarbaz, Grambit, and Indians. With increasing irrigation

***Corresponding Author:** rastegarhort@gmail.com

intervals in RGC1033, Saravan and Iranshahr dry weights increased. The simple effect of ecotype type on seed weight showed that Saravan, Indian, and Iranshahr had the highest seed weight, respectively. Whereas, the SG, RGC1033, and Grambit had the lowest seed weight without any significant differences together. Saravan ecotype at all irrigation levels showed more biological function than other ecotypes. Results showed that the harvest index decreased with increasing irrigation intervals. In the 5-day irrigation treatment, the Grambit and Saravan ecotypes had the highest and the lowest harvest index, respectively. The 9-day irrigation period significantly reduced F_v/F_m in Sarbaz, Grambit, and Iranshahr. RGC1033 and Indian populations had the highest Fv/Fm in leaves and Saravan and Iranshahr had the lowest Fv/Fm in leaves at 7 days irrigation period, respectively. The number of pods per plant, number of lateral branches, 100 seed weight and plant height have a direct and positive effect on guar yield. Under drought stress, plant height and leaf number decrease, resulting in lower shoot dry weight. Some researchers showed that decreasing plant height under water stress is associated with loss of protoplasmic water, resulting in reduced cell division and development. The harvest index decreased with decreasing number of pods, thereby reducing economic yield. Differences between susceptible and resistant ecotypes appear in high-stress conditions and high F_v/F_m ratio ecotypes have higher photosynthetic efficiency under severe stress conditions. Chlorophyll fluorescence is considered as a criterion for assessing the integrity of the thylakoid membrane in the relative efficiency of electron transfer from Photosystem II to Photosystem I.

Conclusion

Mean root length, the number of branches, fresh and dry weight of RGC1033 were not affected by a 9-day irrigation interval. In the 9-day irrigation period, the highest mean dry weight of leaf, main stem weight and seed weight were related to Saravan ecotype. The highest biological yield was observed in the irrigation period of 7-day and Saravan ecotype. In general, the results showed that irrigation had different effects on different guar populations. RGC1033 and Saravan ecotypes showed the lowest percentage of stress-affected variations.

Keywords: Guar, Irrigation intervals, Stress, Vegetative properties